

Evolución de la mente y el cerebro

The evolution of the mind and the brain

Juan Delius

La teoría de la evolución biológica ayudada por la evolución cultural establece que los genes son factores importantes a la hora de explicar la relación entre experiencia y conducta, ya que su constante actividad permite mantener la capacidad de los procesos moleculares que hacen posible el aprendizaje.

Biological evolution supported by cultural development establishes that genes are essential factors when trying to explain the relationship between experience and conduct, as the latter's constant activity ensures the preservation of the capacity of learning-enabling molecular processes.

El lenguaje, un factor importante para el conocimiento de la transmisión de contenidos cognitivos, es una especie de unión comunicativa entre dos computadoras biológicas. Los estudios biopsicológicos demuestran que los estados de conducta están sometidos a dos procesos evolutivos: la *filogenia* y la *ontogenia*. En el caso de la filogenia, Charles Darwin apuntó las implicaciones que tienen el origen y la evolución posterior de las especies en la psicología. Este aspecto, que ha sido desarrollado en los últimos años, ha permitido desarrollar la teoría de la evolución biológica ayudada por la psicología. En el segundo caso, el mecanismo basado en la ontogenia, consiste en la existencia de genes que aseguran el desarrollo del sistema nervioso y que mantienen la capacidad de los procesos moleculares que hacen posible el aprendizaje.

Dentro de la evolución del cerebro se da un aumento del cerebro relativamente pequeño entre unas especies respecto a otras (reptiles, aves y mamíferos). Estructurar genéticamente un cerebro, por ejemplo el de las abejas, que contiene 10 000 neuronas, es distinto que estructurar otro que posee entre 10 y 12 neuronas. Un problema de las redes de mayor tamaño consiste en garantizar que se realice un desarrollo estable. Es decir, evitar que «descarrilen» y se produzcan comportamientos catastróficos.

La teoría de la evolución biológica ayudada de la evolución cultural establece que los genes son factores importantes a la hora de explicar la relación entre experiencia y conducta. Aunque cada especie, incluida la humana, tiene una constitución genética característica, los individuos de cada especie desarrollan una determinada variabilidad genética y van sufriendo mutaciones que facilitan los mecanismos para adaptarse a los diferentes procesos de selección. La constante actividad de los genes permite mantener la capacidad de los procesos moleculares que hacen posible el aprendizaje.

Comunicación y lenguaje

En los seres humanos, la actividad relacionada con el aprendizaje del lenguaje no se limita sólo a la creación de éste, sino también a la capacidad de leer y escribir. Estas actividades se realizan a través del medio auditivo y del medio visual (como ocurre en este último caso con el lenguaje de los sordomudos).

La capacidad del lenguaje en los humanos se hace posible gracias a la presencia de dos áreas corticales: el área de Broca, que corresponde a la parte productiva y el área de Wernicke. Estas áreas se localizan en el hemisferio izquierdo del cerebro y a escala microscópica están estructuradas de una manera muy especial, lo que da lugar a una intensa intercomunicación entre ambas.

La expresión de los genes que forman estas áreas en monos macacos está siendo útil en el estudio experimental de la recepción y producción de conductas lingüísticas comenzado en chimpancés. También podrían servir para el esclarecimiento de los trastornos cognitivos que sufren los esquizofrénicos, aplicando a las palomas los genes responsables de la predisposición que existe en algunos humanos hacia esta enfermedad.

En relación con la posibilidad de crear un modelo animal de la psicosis se están realizando estudios con palomas. Los estudios se basan en la administración de una droga, la apomorfina, que activa los receptores sinápticos dopaminérgicos y causa en las palomas el desarrollo de la enfermedad. La droga desencadena en estos animales una serie de alucinaciones que generan respuestas no guiadas

por estímulos reales externos sino por activaciones patológicas de la percepción.

Este argumento, basado en la generación de palomas esquizofrénicas artificialmente, está pendiente de nuevos estudios que clarifiquen las complejidades de los mecanismos que participan en este proceso.

Las dos áreas corticales contienen unas 10^{12} neuronas cada una y se comunican entre sí por medio de contactos sinápticos. La conexión sináptica entre las neuronas de cada una de las áreas del cerebro hace posible la producción y percepción del lenguaje. A partir de esto surge una pregunta clave: ¿de dónde proceden las estructuras que permiten el manejo del lenguaje? Pero todavía hay que hallar la explicación de cómo se realizan las conexiones estructuradas de las aproximadamente 10^{12} neuronas, a través de 10^{15} sinapsis, del sistema nervioso humano adulto.

El proceso de aprendizaje pasa por la capacidad que tienen las moléculas del ácido desoxirribonucleico cromosómico de instruir el desarrollo del sistema nervioso por medio de la síntesis proteica. La capacidad activa de los procesos moleculares hace posible el aprendizaje, que se ve influenciado también por el medio ambiente. Estas moléculas transmiten información de una generación a otra (ontogenia) y están sujetas al proceso de selección. En este sentido, podemos ejemplificar de manera práctica hasta qué punto pueden influir los cambios naturales en el desarrollo de ciertas prácticas de comunicación.

En el pasado se dio entre los primates una selección de comunicación muy sofisticada, selección que se generó cuando se produjeron cambios en los bosques del África oriental. Los bosques fueron sustituidos progresivamente por sabanas, terrenos poco arbolados. La comida de la selva desapareció y los homínidos se especializaron en la caza, de modo que tuvieron que adaptarse a nuevos cambios y, acostumbrados a un tipo de recolección distinto, se encontraron con una cierta desventaja en relación al resto de depredadores.

Esto les llevó a aumentar su cohesión y organización social, que dependía de una conmutación eficiente. Así pues, un cambio de clima en la historia explicaría el desarrollo de estructuras especiales en el cerebro de los primates. Podemos concluir que el género *Homo* guarda en la prehistoria filogenética coincidencias con todas las especies de mamíferos, que se extiende a unos cinco mil millones de años y comparte con su pariente primate más cercano, el chimpancé Pan, más del 99 % de sus aproximadamente 40 000 genes.

Algo similar ocurre con las aves y las abejas, que poseen una estructura telencefálica maciza, equivalente a la neocorteza cerebral de los mamíferos y que se debe a los orígenes que comparten aves y mamíferos, ambos descendientes de los reptiles gigantes del mesozoico, cuando aparecieron las primeras aves y mamíferos, hace de ello unos 230 millones de años.

Capacidad cognitiva no humana

Las abejas son un interesante ejemplo de la capacidad de comunicación (relacionada con la sintaxis y la gramática) de ciertas especies no humanas. Existen estudios que demuestran que tienen un cerebro que ocupa un milímetro cúbico y contiene unas diez mil neuronas.

Una de sus principales características es que se trata de una especie altamente social, que opera con un sistema de comunicación denominado *lenguaje de las abejas*, que les permite intercambiar informaciones «danzando». En la colmena realizan una especie de danza comunicativa con la que determinan la situación de las flores en relación a la posición del sol, siendo capaces, además, de transmitir información sobre objetos alejados en el espacio y en el tiempo.

Las abejas trabajan a partir de estímulos visuales y tienen un importante componente cognitivo que les capacita para distinguir entre lo que conocemos con los conceptos de *igualdad* y *diferencia*, una clasificación universal muy importante a la hora de dividir el mundo en categorías útiles.

Las aves también son capaces de distinguir lo que es igual de lo que es diferente a través de estímulos visuales. Y es que, a pesar de tener un nivel básico en términos de desarrollo evolutivo del cerebro, son capaces de desarrollar funciones cognitivas sorprendentes. También poseen un importante repertorio de conductas, con algún tipo de aprendizaje, como la capacidad de categorizar símbolos prelingüísticos, numéricos y de ordenación, entre otros.

En relación con una de las capacidades de manipulación del prójimo a través del lenguaje, es decir, la mentira, nos podemos preguntar hasta qué punto las abejas son capaces de pasar información falsa

de manera consciente. Desde el punto de vista psicológico, mentir es un proceso muy complejo que dominan los humanos y que requiere una capacidad de aprendizaje muy refinado. Es lo que se denomina *metacognición* o capacidad de poseer una teoría de la mente.

Los estudios realizados hasta ahora demuestran que las abejas no pueden mentir en el sentido estricto de la palabra, tal como se entiende en el ámbito humano, aunque pueden ser sometidas a ilusiones ópticas a través de un flujo óptico, que es la danza. De hecho, la existencia de especies de animales capaces de mentir es un aspecto muy discutido y la existencia de especies no humanas capaces de manipular la información de manera consciente no se ha demostrado. Se podría mencionar un tipo de grito de alarma que usan los monos con el objetivo de que sus prójimos se alejen y de este modo aprovecharse mejor de un hallazgo de alimentos.

Sin embargo, el grito voluntario para generar alarma es un hecho difícil de demostrar, ya que puede ser que los monos estén convencidos de que han dicho la verdad, como pasa con los niños. La mentira es, pues, una habilidad de adaptación del ser humano.

Una de las mayores contribuciones de estudios recientes de psicología comparada ha sido demostrar que las habilidades cognitivas no son exclusivas de la especie humana. También se extienden a otras especies de animales como, por ejemplo, las palomas. Estudios recientes realizados con estos animales han demostrado que son capaces de dominar tareas no verbales de tipo transitivo. Los mismos estudios han establecido que el cerebro de las aves presenta cierta analogía con el cerebro de los mamíferos y, por tanto, podríamos hablar también de zonas de Broca y Wernicke en estos animales.

Un ejemplo de operaciones cognitivas y de la capacidad de conceptuar se realizó con un grupo de objetos esféricos y no esféricos en palomas entrenadas para distinguir un determinado tipo de objetos y palomas entrenadas para distinguir otro. Cuando aprendieron a identificar los ya conocidos se les enseñaron nuevos objetos. El porcentaje de aciertos fue muy elevado, lo que demuestra la gran habilidad de las palomas a la hora de reconocer objetos desconocidos. Durante el estudio, las palomas fracasaron cuando los objetos eran totalmente transparentes.

El estudio pone de relieve que estos animales pueden responder a diferentes estímulos. Así, los experimentos no verbales que condicionan una respuesta de transitividad requieren un determinado picoteo, que selecciona al menos cinco estímulos presentados y condicionados en cinco situaciones distintas.

Se ha comprobado que durante el picoteo condicionado por un solo estímulo visual se activan aproximadamente un tercio de las 10^9 neuronas que poseen estas aves. De este modo se demuestra que algunos animales, en este caso las palomas, poseen la capacidad de contar un reducido número de objetos, así como de identificar el estímulo correspondiente al número de objetos que se les presentan. Otros de los logros obtenidos con estos animales se refiere a la capacidad de ordenar determinadas cantidades de forma adecuada.

Las redes neuronales de las palomas les permiten, en la mayoría de los casos, llegar a conclusiones válidas una vez que han conseguido identificar las premisas, además de establecer numerosas posibilidades para desarrollar funciones cognitivas. Son capaces de codificar complejas representaciones que se asocian a determinadas operaciones cognitivas.

Comunicación y chimpancés

En cuanto a la capacidad de lenguaje de los chimpancés se ha demostrado que estos animales no disponen de capacidad de aprendizaje vocal. Pueden producir sonidos para manifestar algún tipo de estado anímico, pero no están sujetos a ninguna clase de aprendizaje vocal, lo que se refleja en las estructuras neuronales que controlan las vocalizaciones.

Un psicólogo americano aplicó a los chimpancés algo parecido al lenguaje de los sordomudos. Gracias al mismo, fueron capaces de establecer una serie de signos capaces de designar diferentes situaciones y objetos. También se demostró que la capacidad de aprendizaje de símbolos era superior en chimpancés educados que en chimpancés que no habían sido educados. Esto revela que el trabajo educativo facilita y potencia la capacidad de cognición. Sin embargo, se presenta una duda ante el estudio del lenguaje en primates: ¿son capaces de dominar las operaciones de reconocimiento de una serie de objetos y símbolos de una manera similar a los procesos que se siguen en la gramática o en

la sintaxis? Los estudios sobre esta cuestión realizados hasta ahora con primates demuestran que estos animales son bastante deficientes en cuanto a la organización sintáctica de la concepción y percepción del lenguaje y, más aún, en la producción.

Hay poca evidencia de que la mayoría de los monos utilice la gramática en sus comunicaciones, aunque estudios recientes realizados con chimpancés pigmeos demuestran que son capaces de captar relaciones sintácticas en las frases. Incluso pueden llegar a comprender determinadas estructuras léxicas.

El principal problema que reflejan los estudios relacionados con las capacidades cognitivas y lingüísticas de especies no humanas, en este caso los chimpancés, es que no son capaces de desarrollar una producción vocal. Esta evidencia condujo a estudiar a los delfines, que poseen una capacidad de producción vocal mucho mayor que los chimpancés. Los delfines son capaces de entender la gramática de las minifrases formadas con cuatro elementos básicos de la lengua: adjetivos, verbos, sustantivos y preposiciones.

Una de las principales cuestiones pendientes de determinar con los estudios con delfines y chimpancés consiste en demostrar que sus habilidades sintácticas pueden aplicarse también en el proceso de producción y no, como se ha hecho hasta ahora, sólo en el de percepción. Queda por demostrar que pueden estructurar de manera eficiente su producción vocal de acuerdo con modelos sintácticos. Sin embargo, se ha demostrado que con un entrenamiento específico pueden transferir los símbolos aprendidos de una manera u otra y, después, desarrollan esta capacidad con símbolos nuevos.

Conclusión

Algunos expertos afirman que el rol de la evolución cultural debe separarse de la evolución genética, de la plasticidad de estructuras corticales. Según estos científicos, queda por descubrir cuántas mutaciones ha sufrido el cerebro en su evolución y por qué la corteza humana es mayor que la del chimpancé.

Parece obvio, por otra parte, que las capacidades mentales superiores de los humanos no han aparecido de manera espontánea: se cree que se basan en capacidades preexistentes en las especies inferiores. Si estudiamos los antecedentes evolutivos de las capacidades de otras especies sabremos más sobre el conocimiento, la inteligencia y la mente humana.

Ahora bien, algunas críticas a los estudios realizados hasta el momento constatan que los análisis sobre capacidades humanas en especies inferiores son demasiado limitados y muchos de los logros son de laboratorio, condiciones que no simulan la realidad.

Juan Delius

Juan D. Delius es catedrático de Psicobiología de la Konstanz Universität (Alemania) y doctor en Zoología, Psicología y Bioquímica por la Universidad de Göttingen. Sus trabajos de investigación se centran en la cognición animal y humana, y uno de sus principales logros se refiere a la conceptualización compleja de las palomas. Actualmente dirige el laboratorio de psicobiología experimental de su universidad.

Juan.Delius@uni-konstanz-de